

**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen:

10 2004 022 717.9

REC'D 02 AUG 2004

Anmeldetag:

07. Mai 2004

WIPO

PCT

Anmelder/Inhaber:

Leica Microsystems Semiconductor GmbH,
35578 Wetzlar/DE

Bezeichnung:

Verfahren zum Einlernen einer wissensbasierten
Datenbasis für die automatische Fehlerklassifikation

Priorität:

12. Juli 2003 DE 103 31 646.9

IPC:

G 06 N 5/00

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 15. Juli 2004
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Stanschus

Verfahren zum Einlernen einer wissensbasierten Datenbasis für die automatische Fehlerklassifikation

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Einlernen einer wissensbasierten Datenbasis für die automatische Fehlerklassifikation.

- 5 In der Halbleiterfertigung werden Wafer oder Masken während des Fertigungsprozesses in einer Vielzahl von Prozessschritten sequentiell bearbeitet. Mit zunehmender Integrationsdichte steigen die Anforderungen an die Qualität der auf den Wafern ausgebildeten Strukturen. Um die Qualität der ausgebildeten Strukturen überprüfen und eventuelle Defekte finden zu
- 10 können, ist das Erfordernis an die Qualität, die Genauigkeit und die Reproduzierbarkeit der den Wafer handhabenden Bauteile und Prozessschritte entsprechend. Dies bedeutet, dass bei der Produktion eines Wafers mit der Vielzahl von Prozessschritten eine zuverlässige und frühzeitige Erkennung von Defekten besonders wichtig ist. Es gilt dabei die auftretenden
- 15 Fehler zu klassifizieren, um ein somit eine schnelle Bearbeitung und Überprüfung der Wafer zu erreichen.

- In früheren Versionen der automatischen Fehlerklassifikation „Automatic Defect Classification“ (ADC) war es notwendig eine manuelle Klassifizierung der Defekte auf einem Wafer oder einer Maske vorzunehmen. Das Einlernen
- 20 einer Knowledge-Base war somit extrem zeitaufwendig

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde ein Verfahren zu schaffen, mit dem eine einfache und schnelle Möglichkeit geboten wird, alle für einen ADC-Lauf „ADC-Run“ benötigten Daten und Dateien (Knowledge-Base, AutoAlignment, Fokus-Setup) zu erzeugen.

Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

- Es ist von besonderem Vorteil, da mittels Leica ADC HP ein einfache und schnelle Möglichkeit geboten wird alle für einen ADC-Lauf benötigten Daten und Dateien (Knowledge-Base, AutoAlignment, Fokus-Setup) zu erzeugen. Dazu werden zum Teil vorgegebene Daten und Dateien verwendet. Da nicht mehr wie, in früheren ADC Versionen, eine manuelle Klassifizierung der Defekte auf einem Wafer notwendig ist, kann die zum Einlernen einer Knowledge-Base notwendige Zeit zum Erstellen eines neuen ADC Rezepts um bis zu 50% reduziert werden. Zusätzlich verbessert sich durch die enhaltene Vorgruppierungsfunktion „Pregrouping Function“ in vielen Fällen die Qualität der Knowledge-Base, was wiederum direkten Einfluss auf die Genauigkeit des ADC Laufs hat. ADC HP wird als eigenständiger Lernmodus „LearnMode“ im Leica ADC dargestellt. Der Benutzer muss in einzelnen Schritten die nötigen Daten angeben, bestätigen und ggf. verändern. Die einzelnen Schritte werden als eigenständige Seiten in dem Leica ADC HP-Dialog angezeigt. Die Benutzerführung zu den einzelnen Seite geschieht im sogenannten Wizard-Stil, d.h. über <Back> und <Next>-Buttons. Der neue Lernmodus hat gegenüber dem bisherigen Lernmodus den Vorteil, dass der neue Lernmodus unkompliziert ist und eine reduzierte Anzahl von Schritten bedingt, die vom Bediener in der richtigen Reihenfolge durchzuführen sind. Für den bisherigen Lernmodus benötigte man vorklassifizierte Defekte. Alles was der neue Lernmodus benötigt ist ein oder mehrere Wafer mit möglichst vielen, unklassifizierten Defekten.
- Da bei einigen Schritten eine Interaktion mit der Viscon-Oberfläche nötig ist, wird der Leica ADC HP- Dialog nicht-modal sondern Top-Most angezeigt. Der Dialog kann automatisch unsichtbar geschaltet werden oder der Benutzer kann diesen unsichtbar bzw. wieder sichtbar schalten.

- Das Verfahren zum Einlernen einer wissensbasierten Datenbasis für die automatische Fehlerklassifikation umfasst die folgenden Schritte:

- Auswählen eines Review-Daten Files

- Eingabe von Parametern und Daten durch den Benutzer auf einer Seite (50) des Lernmodus, wobei die Parameter und die Daten dem Benutzer bekannt sind,
- Starten einer Alignment – Prozedur und einer Prozedur zur Anpassung der Lichtintensität;
- Automatisches Einstellen der optimalen Intensität der Beleuchtung durch Anfahren einiger Defekte und gegebenenfalls Einregeln auf die optimale Beleuchtung;
- Überprüfen der Detektion anhand einiger Beispiele, wobei die Optimierung der Detektionsparameter anhand von Bildern durchgeführt wird,
- Automatisches Anfahren aller Defekte des Wafers oder der Wafer, wobei der jeweilige Defekt detektiert und dem jeweiligen Defekt ein Deskriptor zugewiesen wird, und
- Analyse und automatische Gruppierung der Deskriptoren der Defekte.

Die Eingabe von Parametern und Daten umfasst die Auswahl der auf dem Halbleitersubstrat vorhandenen Elemente, wobei die Elemente Speicherschaltungen, logische Schaltungen, ein blanker Wafer ohne Resist, oder mit Resist sein können. Die Parameter oder Daten der Schichten auf dem Wafer umfasst die Angabe einer Polymerschicht, einer Oxidschicht, eines Kontakts oder einer Metallschicht.

Der Benutzer wählt die Beleuchtungsart, mindestens ein verwendetes Objektiv und eine Fokusart aus. Für die Beleuchtungsart kann Hellfeld, UV oder DUV gewählt werden. Die Default Einstellung ist Hellfeld und für das Objektiv ist eine 100-fache Vergrößerung.

Ein manuelles Zweipunkt - Alignment wird durchgeführt, wobei ein erster Punkt manuell durch Verfahren eines Tisches ausgerichtet wird. Während des

Einlernen des ersten Punktes werden automatisch Daten für das Autoalignment - File abgespeichert. Das jeder Alignment-Punkt wird mit drei verschiedenen Vergrößerungen der Objektive eingelernt. Das Einstellen der optimalen Intensität der Beleuchtung erfolgt durch zufälliges Auswählen einer bestimmten Anzahl von Defekten. Einem nachfolgenden Anfahren der ausgewählten Defekte und ein Aufnehmen eines Bildes von jedem Defekt, wobei ein Startwert für die Helligkeit der Beleuchtung und das Einstellen der Beleuchtung an Hand einer Histogrammauswertung erzielt wird. Für das Einstellen der optimalen Intensität der Beleuchtung werden nur Defekte herangezogen werden, die nicht größer als 25% der Videobild-Breite und – Höhe sind.

Zwanzig Defekte werden zum Abgleich der Intensität der Beleuchtung herangezogen. Von den automatisch angefahren Defekte auf dem Wafer werden die Bilder aufgenommen und temporär gespeichert, bis die Bildaufnahme aller Defekte komplettiert ist. Nach der Aufnahme aller Bilder werden diese auf dem Display als Thumbnails dargestellt. Einige Thumbnails werden verworfen, wenn die Thumbnails einen Schwellwert für den Fokus überschreiten. Die Analyse und automatische Gruppierung der Deskriptoren der Defekte teilt die aufgenommenen Thumbnails der Defekte in Gruppen ein. Auf dem Display werden die ersten neun Beispiele einer angewählten Gruppe von Defekten in einer Thumbnail-Darstellung angezeigt.

Im Folgenden wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert, die in den Figuren schematisch dargestellt sind. Gleiche Bezugsziffern in den einzelnen Figuren bezeichnen dabei gleiche Elemente. Im Einzelnen zeigt:

Fig. 1 einen schematischen Aufbau einer Waferinspektionseinrichtung im Überblick, in der das erfindungsgemäße Verfahren implementiert ist;

Fig. 2 den ADC HP Toolbar-Button, mit dem der Benutzer die Funktion zur automatischen Fehlererkennung aufruft;

Fig. 3 den ADC HP Aufruf vom "ADC" – Menü;

Fig. 4 ein „Leica ADC HP Control Desk“ Fenster, das die bereits zum Teil in früheren ADC Versionen vorhandenen ADC Aufgaben übersichtlich in einem Fenster zusammenfasst;

- 5 Fig. 5 eine Seite des Lernmodus, die der Benutzer aufruft und dabei eine Eingabedatei öffnet, d. h. ein Review-Daten Files angibt;

Fig. 6 eine Seite des Lernmodus, die der Benutzer aufruft und damit einen Namen für ein Rezeptfile „Recipe File“ vergibt;

- 10 Fig. 7 eine Seite des Lernmodus, über die der Benutzer die ADC KnowledgeBase – Daten angibt;

Fig. 8 eine Seite des Lernmodus, über die der Benutzer das Einlernen und ein automatisches Alignment durchführt;

Fig. 9 eine Seite des Lernmodus, über die der Benutzer einen automatischen Lichtabgleich durchführt;

- 15 Fig. 10 eine Seite des Lernmodus, über die der Benutzer eine Optimierung der Einstellung der Detektionsparameter erzielt;

Fig. 11 eine Darstellung der Thumbnails auf dem Bildschirm;

Fig. 12 eine Darstellung einer Messagebox;

Fig. 13 eine Darstellung eines Change Sensitivity Dialogs;

- 20 Fig. 14 eine Darstellung eines Fensters, das dem Benutzer einen Warnhinweis ausgibt;

Fig. 15 eine Darstellung eines Hinweifensters für die Übernahme des neuen Detektionsthresholds;

- 25 Fig. 16 eine Seite des Lernmodus, über die der Benutzer eine automatische Generierung einer Knowledge-Base durchführt;

Fig. 17 eine Darstellung des "Defect Code Mapping"-Dialogs;

Fig. 18 eine Darstellung eines Hinweis-Dialogs;

Fig. 19 eine Darstellung eines Dialogs zum Starten eines ADC-Laufs „ADC-Runs“;

5 Fig. 20 eine Darstellung eines Finish – Dialogs;

Fig. 21 eine Darstellung eines Report-Dialogs; und

Fig. 22 eine Darstellung des gedruckten Easy ADC Reports.

Fig. 1 zeigt einen schematischen Aufbau einer Waferinspektionseinrichtung 1 im Überblick, in der das erfindungsgemäße Verfahren implementiert ist. Auf
10 einem Grundgestell 2 ist als Auflagetisch für den Wafer 8 ein Scanningtisch 4 integriert. Der Scanningtisch 4 ist in einer X-Koordinatenrichtung und einer Y-Koordinatenrichtung verfahrbar. Auf dem Scanningtisch 4 ist der zu untersuchende Wafer 8 abgelegt oder gehaktert. Eine Beobachtungseinrichtung, die bevorzugt mit einem Mikroskopobjektiv 7
15 ausgestattet ist, ist über eine Trägereinheit 9 mit dem Grundgestell 2 verbunden. Das Mikroskopobjektiv 7 ermöglicht die vergrößerte Beobachtung des Wafers 8. Mehrere Mikroskopobjektive 7 können an einem Revolver (nicht dargestellt) vorgesehen sein, so dass eine Beobachtung bei unterschiedlichen Vergrößerungen möglich ist. Die vergrößert beobachteten Strukturen des
20 Wafers 8 können über ein Okular 5 direkt oder über eine Display 11, das mit einer CCD-Kamera 13 verbunden ist, betrachtet werden. Ergänzend ist eine Elektronikeinheit 15 vorgesehen, mit deren Hilfe eine Systemautomatisierung erreicht werden kann. Insbesondere dient die Elektronikeinheit 15 zur Steuerung des Scanningtisches 14, zum Auslesen der Kamera 13 und zum
25 Ansteuern des Displays 11. Der Waferhalter 16 ist üblicherweise so ausgestaltet, dass er den zu untersuchenden Wafer 8 so aufnehmen kann, dass er während des Untersuchungszeitraums fixiert ist. Der Scanningtisch 14 ist in einer jeweils senkrecht zueinander liegenden X-Koordinatenrichtung und einer Y-Koordinatenrichtung verfahrbar ausgebildet. Damit kann jede zu

beobachtende Stelle auf dem Wafer 8 unter die optische Achse 7a des Mikroskopobjektivs 7 (Fig. 1) gebracht werden.

Fig 2. zeigt den ADC HP Toolbar-Button 20, mit dem der Benutzer die Funktion zur automatischen Fehlererkennung aufruft. Der ADC HP - Dialog wird über einen ADC HP Toolbar-Button 20 oder über einen Haupttoolbar 19 der Viscon-Applikation 21 in "ADC" - Menü oder im Kontext - Menü des "ADC" -Dialogs aufgerufen (siehe Fig. 3). Jeder Benutzer (ab User-Level "Operator") hat zu diesem Menü -Eintrag Zugang. Da ADC HP eine separate Option ist, wird der Menü - Eintrag nur sichtbar sein, wenn ADC HP auch installiert ist . Geschützt wird diese Option, ähnlich wie bisher, über einen Registry - Eintrag, welcher durch das Installationsprogramm bei angewählter Option erzeugt wird.

Sollte bereits ein Programm in Viscon geladen sein, wird der Menue-Eintrag deaktiviert dargestellt.

Fig. 4 zeigt das so genannte „Leica ADC HP Control Desk“ Fenster 25. Es fasst die bereits zum Teil in früheren ADC Versionen vorhandenen ADC Aufgaben uebersichtlich in einem Fenster zusammen und dient als Ausgangsbasis zum Starten einzelner Module 26, 27, 28 und 29. Im einzelnen ist dies das:

- 20
 - „Learn Recipe“ (Rezept lernen): Einlernen und Erstellen eines neuen ADC-Rezepts, und einer Knowledge-Base mit anschliessendem ADC-Lauf (Run Recipe), das
 - „Edit Recipe“ (Rezept editieren): zur Bearbeitung einer vorhandenen Knowledge-Base, das
- 25
 - „Expand Recipe“ (Rezept erweitern): zur Erweiterung einer vorhandenen Knowledge-Base und das
 - „Run Recipe“ (Rezept starten): zum Starten eines ADC-Laufes.

Für die einzelnen Module ist jeweils ein Button vorgesehen. In der vorliegenden Ausführungsform ist dies ein „Learn Recipe“ – Button 26, ein

„Edit Recipe“ – Button 27, ein „Expand Recipe“ – Button 28 und „Run Recipe“ – Button 29. Beim Betätigen der einzelnen Buttons 26, 27, 28, 29 werden die einzelnen Aufgaben ausgeführt. Diejenigen Aufgaben, die bereits in früheren ADC-Version vorhanden waren, wird daher hier nur kurz eingegangen.

- 5 ▪ „Edit Recipe“: Nach Drücken dieses Buttons 27 muss der Anwender eine vorhandene Knowledge- Base-Datei auswählen. Diese wird von der externen Applikation „KB Wizard“ gestartet und der Inhalt der Datei wird angezeigt. Die Daten können dort bearbeitet und die Knowledge-Base als Ganzes getestet werden.
- 10 ▪ „Expand Recipe“: Der Anwender wählt mit diesem Button 28 eine vorhandene Knowledge-Base Datei und ein Review-Daten File aus. Während des nachfolgenden ADC-Laufs werden im Hintergrund neue Daten gesammelt und temporär zwischengespeichert. Ist der Lauf abgeschlossen, werden die temporären Daten und die benutzte
- 15 Knowledge-Base (KB) Datei von der Applikation „KB Wizard“ geladen und angezeigt. Der Anwender kann nun die neuen Daten gezielt in die Knowledge-Base übernehmen.
- 20 ▪ „Run Recipe“: Durch die Auswahl des Buttons 29 wird ein Review-Daten File und eine ADC-Recipes ausgewählt und ein ADC-Run gestartet. Alle vom Anwender ausgewählten Defekte werden automatisch detektiert und mittels der im ADC-Recipe vermerkten Knowledge-Base Datei klassifiziert. Die Ergebnisse werden am Ende wieder als Review-Daten File geschrieben.

25 Die mit der Betätigung des „Learn Recipe“ – Buttons 26 verbundene Aufgabe wird nachfolgend ausführlich beschrieben.

Der ADC HP - Lernmodus wird als nicht-modaler Dialog angezeigt. Der Benutzer muss in acht aufeinander folgenden Schritten, d.h. auf acht Seiten, die nötigen Daten eingeben bzw. Dateien auswählen. Die letzte Seite stellt nur das Ergebnis des ADC HP - Learn Durchgangs dar.

Dazu kann der Benutzer über <Back> und <Next> Buttons 30, 31 (Wizard-Stil), soweit der aktuelle Zustand es erlaubt, zum vorherigen bzw. zum nächsten Schritt gelangen (siehe Fig. 5).

- 5 Im Allgemeinen gilt, dass die Anzeige der einzelnen Seiten nicht Userlevel - abhängig ist. Ausnahme sind zusätzliche User Interface - Elemente, die nur für Development - Userlevel sichtbar sind. Diese sind nur während der Entwicklungsphase sichtbar und werden in der Release -Version entfernt bzw. generell für alle Userlevel unsichtbar sein.

- 10 Fig. 5 zeigt eine Seite 33 des Lernmodus, die der Benutzer aufruft und dabei eine Eingabedatei 34 öffnet, d. h. ein Review-Daten Files angibt. Die Seite 33 ist mit „Open Input File“ bezeichnet. Auf der Seite 33 erfolgt die Anzeige des Daten-Files (ohne Pfad). Mit einem FileOpen – Button 35 werden für den Benutzer für die Dateieingabe die Verzeichnisse angezeigt. Wenn ein Input File bestimmt wurde, wird dieses temporär geöffnet, der Viscon - Sequenzer
15 aber nicht gestartet. Als Script File wird, hardcodiert, das File „EasyADCLearn.vsl“ benutzt. Aus dem geöffneten File werden die nötigen Daten für LotId (Lot Kennzeichnung), WaferId (Wafer Kennzeichnung), StepId (Step Kennzeichnung) und SetupId (Setup Kennzeichnung) des ersten Wafers ausgelesen. Das File wird anschließend wieder geschlossen. Etwaige
20 Standard-Einstellungen (z.B. AutoStart) sind durch den Vorgang nicht betroffen bzw. werden wieder in den Ausgangszustand gesetzt. Mit einem Cancel-Button 39 kann der Benutzer den Vorgang abbrechen.

- 25 Fig. 6 zeigt eine weitere Seite 38 des Lernmodus, die der Benutzer aufruft und damit einen Namen für eine Rezeptdatei „Recipe File“ vergibt. Die Seite 33 ist mit „Recipe File“ bezeichnet. Die Betätigung des Back – Button 30 ist in dieser Seite 38 nicht erlaubt. Die Betätigung des Next – Button 31 ist erlaubt, wenn ein gültiges Input-File 37 ausgewählt ist. Mit dem Cancel – Button 39 kann der Benutzer den ADC HP Learn Mode abbrechen. Die Leica ADC HP Rezeptdatei wird in einer EditBox 40 angezeigt. Die zuvor gelesenen
30 Namenskomponenten werden nach Vorgabe zusammengesetzt und der resultierende Filename (mit Endung “.vsl”) wird angezeigt. Die Namenskomponenten werden durch ein “_”-Zeichen (Unterstrich) getrennt.

Ungültige Buchstaben im resultierenden Dateinamen werden entfernt und Bindestriche werden durch einen Unterstrich ersetzt. Der Anwender hat auch die Möglichkeit den vorgegebenen Namen (ganz oder teilweise) nach seinen Vorstellungen zu verändern. Als Vorlage für das Result Recipe File

5 (Ablaufsteuerungs-Datei bei einem ADC-Run) wird (hardcodiert) das File "EasyADCRun.vsl" in Kopie verwendet. Die Seite 38 enthält mehrere Checkboxes 41, 42, 43 und 44. Die Checkboxes 41, 42, 43 und 44 dienen zur Bestimmung der Namenskomponenten. Dabei werden als Default: LotId, StepId und SetupId verwendet. Der resultierende Filename (ohne Endung

10 „vsl“) wird auch als Vorgabe für andere Dateien (AutoAlignment-, Fokus-Setup-File usw.) verwendet. Das Datenfile der Ergebnisse „Result- Daten-File“ wird immer mit dem gleichen Namen des Input-Files und dem gleichen Format-Typ und in das Standard- Result- Verzeichnis geschrieben. Der Back - Button 30 ist erlaubt und der Next – Button 31 ist erlaubt, wenn mindestens

15 eine Namenskomponente angewählt wurde. Der Cancel – Button 39 ist erlaubt .

Fig. 7 ist eine Seite 50 des Lernmodus, über die der Benutzer für die ADC KnowledgeBase – Daten angibt. Diese Seite 50 ist mit „ADC Basic Data“ bezeichnet. In einer Auswahlspalte 51 mit der Bezeichnung „Structure Type“

20 kann der Benutzer zwischen Speicher „Memory“ und logischer Schaltung „Logic“ wählen. Eine zusätzlichen Auswahl für einen blanken, nicht strukturierten Wafer, „Bare Wafer“ ist ebenso möglich. Zur Bestimmung des ADC Run-Mode (Repetitive oder Random- Mode) bzw. AutoAlignment- Modes (normales AutoAlignment oder BareWafer- Alignment) wird entsprechend der

25 Auswahl ausgeführt. Die Default – Einstellung ist auf logische Schaltung „Logic“ eingestellt.

In einer weiteren Auswahlspalte 52 mit der Bezeichnung Layer Type kann der Benutzer die Auswahl treffen, ob auf dem Wafer eine oder mehrere Schichten „Layer“ aufgebracht sind. Ebenso ist es von Interesse welche Schichten auf

30 den Wafer aufgebracht sind. Ohne Resist ist mit „w/o Resist“, mit Resist ist mit „with Resist“ bezeichnet (siehe Fig. 7). Die Resists oder auch andere Schichten sind auf dem Wafer 8 oder dem Halbleitersubstrat aufgebracht. Die Vorauswahl, bzw. die Default Einstellung ist „w/o Resist“. In weiteren

Einstellmöglichkeiten kann der Benutzer die Schichtart auswählen. Eine Polymerschicht ist mit „Poly“, eine Oxidschicht ist mit „Oxid“, ein Kontakt ist mit „Contact“ oder eine Metallschicht ist „Metal“ bezeichnet. Ebenso kann der Ablauf des Aufbringens der verschiedenen Schichten ausgewählt werden. So ist z.B. eine Oxidschicht (Oxid) vor der Polymerschicht aufgebracht, ist dies mit „Before Poly“ bezeichnet. Die Auswahl des Schichttyps Metall gibt dem Benutzer die Möglichkeit zwischen einer einfachen Metallschicht (Metal 1), einer zweifachen Metallschicht (Metal 2) und einer n-fachen Metallschicht (n-Metal) auszuwählen. Ob eine Hauptschicht- und eine untergeordnete Schicht vorliegt dient zur Bestimmung des Random- Modus und des Fokustyps. Die Default Einstellungen für die Schichten sind „Poly“, bei „Oxid“: Before Poly und bei „Metal“: Metal 1. Oxid- und Metal-Unterlayer-Radioboxen werden nur aktiviert, wenn „Oxid“ oder „Metal“ zuvor ausgewählt wurden. Ansonsten werden sie inaktiv dargestellt. In einer weiteren Auswahlspalte 53 kann der Benutzer die Beleuchtungsart „Illumination Mode“ auswählen. Dem Benutzer stehen die Radioboxen mit der Bezeichnung BF für Hellfeld, UV für Ultraviolett und DUV für Deep UV zur Verfügung. In einer Listbox 54 werden dem Benutzer die zur Verfügung stehenden Objektive angezeigt, wobei nur die zum ausgewählten ADC-Typ passende Objektive angezeigt werden. Für die Default Einstellung ist Hellfeld „BF“ gewählt und ein Objektiv mit 100-facher oder niedrigerer Vergrößerung wird vorgeschlagen.

Die folgende Tabelle (Tabelle I) gibt die resultierende Fokus-Einstellung anhand der ausgewählten Daten wieder:

Layer-/ADC-Typ	Fokus-Typ	Offsetwert bei TV-Fokus
Poly	TV-Fokus	400
Poly-Resist	TV-Fokus	0
Oxid vor Poly	Laser	-
Oxid vor Poly-Resist	TV-Fokus	0
Oxid nach Poly	TV-Fokus	2000
Oxid nach Poly-Resist	TV-Fokus	2000
Contact	Laser	-
Contact-Resist	Laser	-
Metal 1	TV-Fokus	1500
Metal 1-Resist	TV-Fokus	0
Metal 2	TV-Fokus	1800
Metal 2-Resist	TV-Fokus	0
n-Metal	TV-Fokus	2500
n-Metal-Resist	TV-Fokus	0

- Bei TV-Fokus werden die Default-Werte des "TV Focus Flexible 2"-Modus benutzt. Der Back – Button 30, der Next: Button 31 und der Cancel – Button 39 sind in diesem Fenster erlaubt. Wenn der <Next>-Button 31 gedrückt wird,
- 5 wird der ADC HP-Dialog unsichtbar.

Eine Kopie des „EasyADCLearn“-Files wird erzeugt und bestimmte Aktionen (AutoAlignment) und Daten (GrabSetup) werden angepasst.

- Die gleichen Änderungen werden für die benannte Kopie des „EasyADCRun“-File (das spätere ADC Run Recipe) gemacht. Das Input-File wird mit dem
- 10 angepassten Script File geladen und der VisconNT-Sequencer wird gestartet. Das File wird automatisch bis zur Wafer-Auswahl abgearbeitet. Es wird der Standard-Wafer Auswahl-Dialog benutzt und angezeigt.

Standardmäßig sind alle vorhanden Wafer ausgewählt (Defaulteinstellung im Easy ADC Script File).

- 15 Fig. 8 ist eine Seite 60 des Lernmodus, über die der Benutzer das Einlernen und ein automatisches oder zumindest halbautomatisches Alignment durchführt. Diese Seite 80 ist mit „Alignment Procedure“ bezeichnet. Nach Bestätigung der Wafer-Auswahl durch den User wird der erste Wafer geladen und das File wird bis zum Autoalignment abgearbeitet. Abhängig von der
- 20 Einstellung der auf dem Wafer vorhandenen Schichten wird der Lernmodus

- des entsprechenden AutoAlignments (SemiAuto- oder später Bare Wafer-Alignment) gestartet. Der Benutzer kann ein manuelles Zweipunkt - Alignment durchführen, wobei er nur den allerersten Punkt manuell ausrichten (Verfahren des Tisches mittels Joystick oder durch Maus-Doppelklick im Live-
- 5 Videobild) und bestätigen muss. Während des Einlernens des ersten Punktes werden automatisch Daten für das Autoalignment - File abgespeichert. Jeder Alignment-Punkt wird mit drei verschiedenen Objektivvergrößerungen eingelernt, wobei das hoechstvergroessernde Objektiv durch die Auswahl auf Seite 50 (ADC Basic Data) vorgegeben ist.
- 10 Der zweite Punkt wird schon automatisch anhand der abgespeicherten Daten des ersten Punktes eingelernt und ausgerichtet. Das gewählte ADC – Objektiv wird immer von der Software vorgegeben. Dieses Objektiv muss verwendet werden, da es für den späteren Lichtabgleich (verwendete Methode: Alignmentpoint) benötigt wird.
- 15 Wird am zweiten Alignment-Punkt die eingelernte Struktur des ersten eingegebenen Punktes nicht gefunden, so wird der zweite Punkt um ein Die zum Mittelpunkt des Wafers hin „verschoben“ und die Struktur dort wieder gesucht. Maximal „verschiebt“ sich der zweite Punkt um sechs Dies bevor das Alignment mit einem Fehler abbricht. In diesem Fall wird dem Anwender ein
- 20 Hinweis-Fenster angezeigt, der besagt, dass das Alignment abgebrochen und der Wafer entladen wird.
- Nach Beendigung des Alignment wird der Viscon - Sequenzer pausiert (eingebaute Pause-Aktion (ohne MessageBox - Anzeige) im Easy ADC Script File), der ADC HP - Dialog wird wieder sichtbar und zeigt die nächste Seite
- 25 an. Der Next – Button 31 ist nicht erlaubt, wenn Alignment ausgeführt wird bzw. durch einen Fehler abgebrochen wurde. Der Next – Button 31 wird erlaubt, wenn das Alignment erfolgreich war. Der Cancel – Button 39 ist erlaubt und bricht den gesamten ADC HP Lernmodus ab.
- 30 Fig. 9 ist eine Seite 70 des Lernmodus, über die der Benutzer einen automatischen Lichtabgleich durchführt. Diese Seite ist mit „Light Adjustment“ bezeichnet. Nach Drücken eines „Perform Automatic Lightadjustment“ –

Buttons 71 wird eine bestimmte Anzahl von Punkten (Defekte aus dem Daten-File) zufällig ausgewählt. Falls eine Größeninformation vorhanden ist, werden nur Defekte ausgewählt, die nicht größer als 25% der Videobild-Breite und – Höhe sind. Diese Defekte werden angefahren und Bilder aufgenommen. Ein
5 "Lampenhelligkeits-" Startwert wird anhand einer Histogrammauswertung bestimmt und am Mikroskop eingestellt. Dies bedeutet, dass die Helligkeit so heruntergeregelt wird, dass kein Defektbild „übersteuert“ ist. Dafür werden alle vorhandenen Farbkanäle untersucht und in entsprechender Weise eingestellt.

Anschließend wird ein automatischer Lichtabgleich durchgeführt. Bei Erfolg
10 werden die gewonnenen Daten in der Knowledge-Base Datei abgelegt. Standardmäßig werden 20 Punkte (Defekte) zur „Startwert“ - Bestimmung benutzt, und die „Alignment“ - Methode des Lichtabgleichs wird verwendet.

Auf der Seite 70 ist eine Statusbox 72 „ProgressControlBox“ und eine Infobox 73 „Read-Only EditBox“ dargestellt. Der Fortschritt während des
15 automatischen Lichtabgleichs „LightAdjustments“ wird in der Statusbox 72 angezeigt. Ein Statustext wird bei Erfolg oder Misserfolg in der Infobox 73 angezeigt. Der Back – Button 30 ist nicht erlaubt, wenn der Lichtabgleich ausgeführt wird. Der Back – Button 30 ist erlaubt wenn der Lichtabgleich verworfen wird. Der Wafer wird entladen und die Seite 50 „ADC Basic Data“
20 wird angezeigt. Der Next – Button 31 ist erlaubt, wenn der Lichtabgleich erfolgreich war. Der Cancel – Button ist erlaubt, wenn Lichtabgleich ausgeführt wird, und dabei werden alle geöffneten Dateien geschlossen und gelöscht.

Fig. 10 ist eine Seite 80 des Lernmodus, über die der Benutzer eine
25 Optimierung der Einstellung der Detektionsparameter erzielt. Diese Seite 80 ist mit „Optimize ADC Detection“ bezeichnet. Mit einem Button 81, der mit „Start Optimization“ bezeichnet ist, wird der Prozess gestartet. Die Optimierungsfunktion soll sicherstellen, dass die Standardwerte für Fokuseinstellung und Detektionsparameter auf dem gewählten Wafer
30 funktionieren. Ist dies nicht der Fall, hat der Benutzer hier noch einmal die Möglichkeit, die vorgegebenen Standardwerte zu verändern. Nach Drücken des Buttons 81 wird der Viscon - Sequenzer gestartet, Defekte ausgewählt,

angefahren und Bilder aufgenommen. Der Text auf dem Button 81 ändert sich in "Stop Optimization". Der Fortschritt der Bildaufnahme wird in einer Stausbox 82 angezeigt. Der Benutzer kann den Vorgang durch erneutes Drücken abbrechen. Sind alle nötigen Bilder aufgenommen worden, werden sie in einem weiteren Dialog in einer weiteren Darstellung auf dem Bildschirm als
5 Thumbnails angezeigt. Es werden zehn Defekte (hardcodiert) zur Optimierung benutzt. Über einen Registry - Eintrag bzw. Development - Userlevel lässt sich die Anzahl ändern. Der Back – Button 30 ist nicht erlaubt, wenn die Detektions - Optimierung ausgeführt wird. Der Next – Button 31 ist nicht erlaubt, wenn die
10 Detektions - Optimierung ausgeführt wird. Der Cancel – Button 39 ist nicht erlaubt, wenn die Detektions - Optimierung ausgeführt wird.

Durch Drücken des <Start Optimization> - Buttons 81 wird der Viscon - Sequenzer wieder gestartet, der Buttontext ändert sich in „Stop Optimization“ und eine vorgegebene Anzahl von Defekten des aktuellen Wafers wird
15 ausgewählt.

Die Defekte werden angefahren und dabei eine spezielle ADC-Aktion ausgelöst. Diese Aktion nimmt die Bilder auf, detektiert über eine bereits entwickelte ADC-Routine die Defekte und speichert die Bilder temporär bis die Bildaufnahme aller Defekte komplettiert ist. Der Fortschritt dieses Vorgangs
20 wird mittels der Statusbox angezeigt. Während der Bildaufnahme kann der Benutzer durch erneutes Drücken des Buttons den Vorgang abbrechen.

Fig. 11 zeigt eine Darstellung mehrerer Thumbnails $91_1, 91_2, 91_3, \dots, 91_n$ auf dem Display 11. Sind alle Bilder aufgenommen wird der ADC HP-Dialog unsichtbar geschaltet und die Bilder werden in einem Thumbnail-Dialog 90
25 (Vollbildanzeige auf dem Bildschirm) angezeigt. Der Viscon-Sequenzer pausiert zu diesem Zeitpunkt.

Der Thumbnail-Dialog 90 ist im Wesentlichen in einen ersten Bereich 91, einen zweiten Bereich 92, einen dritten Bereich 93 und einen vierten Bereich 94 unterteilt. Der erste Bereich 91 umfasst eine horizontalen Liste, in der die
30 Thumbnails $91_1, 91_2, 91_3, \dots, 91_n$ mit Detektionsmarkierung und Defekt-Id (Defektkennung) dargestellt werden. Das zur Zeit ausgewählte Bild wird

maximal mit einer Auflösung von 640x480 Bildpunkten im zweiten Bereich 92 dargestellt. Falls vorhanden, werden auch die Referenzbilder verkleinert im dritten Bereich 93 dargestellt. Mittels Mausklick, Cursortasten und/oder den Browsebuttons 95 unter dem Defektbild kann die aktuelle Bildselektion geändert werden.

Die Defektmarkierung kann über einen <Hide Defect Detection> -Button 96 aus- und wieder eingeschaltet werden. Die Browsebuttons 95 dienen zur Selektion und Anzeige des nächsten bzw. des vorherigen Defektbildes. Der <Hide Defect Detection> -Button 96 ist als Toggle-Button ausgebildet, und damit kann die Detektionsmarkierung sichtbar oder unsichtbar geschaltet werden.

Ein Focus Difference – Defect/Reference Button 97 ermöglicht die Anzeige einer Messagebox 86 (siehe Fig. 12). Bei Bestätigung wird das selektierte Defektbild (und vorhandene Referenzbilder) verworfen, d.h. aus der Anzeige gelöscht. Wird ein interner Schwellwert (Default: 30%) der verworfenen ungenügenden Bildern „Bad Focus-Bilder“ überschritten, werden die Fokuswerte geändert (d.h. Wechsel von Laser auf TV-Fokus oder Änderung des TV-Fokus-Offset in 500nm Schritten). Die Defekte werden dann erneut angefahren und Daten aufgenommen. Dazu wird der Thumbnail Dialog 90 geschlossen und der ADC HP-Dialog wird während des Scan-Vorgangs wieder angezeigt.

Ein Wrong Defect Detection – Button 86 ermöglicht es, dass der Detektionsthreshold für das selektierte Bild neu bestimmt wird. Dazu wird ein neuer Dialog 80 angezeigt (siehe Fig. 10).

Ein Refresh – Button 87 ermöglicht es, dass der Mittelwert des Thresholds aller Bilder in der Liste ermittelt wird und alle Detektionen mit diesem Mittelwert neu berechnet werden. Die Liste wird anschließend neu aufgebaut. Bilder mit „Autothreshold“ (= -1) werden zur Ermittlung des Mittelwertes nicht herangezogen.

Ein Default – Button 88 ermöglicht, dass alle Änderungen der Detektionsparameter aller Bilder rückgängig gemacht werden. Die Liste wird mit den ursprünglichen Werten neu aufgebaut.

- 5 Mit einem Apply – Button 89 wird der Dialog geschlossen, der Mittelwert des Thresholds wird berechnet und als globaler Detektionsparameter übernommen. Bilder mit „Autothreshold“ (= -1) werden zur Ermittlung des Mittelwertes nicht herangezogen. Der Optimize-Dialog wird geschlossen, der ADC HP-Dialog wird wieder sichtbar geschaltet und der neue Gesamt-Detektionsthreshold wird in die Knowledge-Base eingetragen.

- 10 Der Cancel – Button 39 schließt den Optimize-Dialog und der ADC HP-Dialog wird wieder sichtbar. Alle Änderungen werden verworfen.

- 15 Fig. 13 ist eine Darstellung eines Dialogs 100 zur Veränderung der Empfindlichkeit „Change Sensitivity“. Der Dialog 100 dient zur Ermittlung der optimalen Einstellung für die Detektion-Sensitivität „Detection-Threshold“ des selektierten Defektbildes. Das Defektbild 101 wird mittig mit dem zugehörigen Detektionsthreshold im Dialog 100 angezeigt. Sollte durch vorherige Einstellung (auf Seite 50 „ADC Basic Data“) indirekt Automatic-Detektionsthreshold verwendet worden sein, so wird ein Wert von 50% angenommen.

- 20 Mit zwei Button 102, kann die Sensibilität der Detektion verringert bzw. vergrößert werden. Das mittig dargestellte Defektbild 101 zeigt die Defekterkennung mit der z.Zt. gewählten Sensitivität. Der Wert wird unter dem Defektbild 101 dargestellt. Ein verkleinertes Bild 103 ist links neben dem Defektbild 101 wiedergegeben und veranschaulicht die Änderung der
- 25 Detektion bei verringerter Sensitivität. Ebenso ist ein verkleinertes Bild 103 ist rechts neben dem Defektbild 101 wiedergegeben und veranschaulicht die Änderung der Detektion bei erhöhter Sensitivität. Durch Mausklick auf eines der verkleinerten Bilder bzw. durch Druck auf die darunter liegenden Buttons
- 30 102 wird die aktuelle Sensitivität auf diesen Wert geändert und das Bild nun in der Mitte angezeigt. Die Änderungen links und rechts werden anschließend neu berechnet.

Ein Hide Defect Detection – Button 105 ist als Toggle Button ausgebildet. Die Detektionsmarkierung wird hiermit sichtbar oder unsichtbar geschaltet.

- 5 Ein Slider 106 mit der Bezeichnung „Sensitivity Step Size“ dient zur Veränderung der Stärke der Änderungen der Sensitivität bei der Betätigung der Button 102. Ein Delete Image – Button 107 dient zur Verwerfung eines Defekts für die weitere Auswertung. Der Defekt wird aus der Liste des Optimization-Dialogs entfernt. Dieser Dialog wird geschlossen und der Benutzer gelangt zum vorherigen Dialog.

- 10 Fig. 14 ist eine Darstellung eines Fensters 110, das dem Benutzer einen Warnhinweis ausgibt. Wird ein interner Schwellwert (Default: 30%) der verworfenen „Wrong Detection“ - Bilder überschritten, können neue Defekte (automatisch) ausgewählt, angefahren und Daten aufgenommen werden. Ein Apply – Button 107 startet die Anwendung. Fig. 15 eine Darstellung eine Hinweisfensters 110 für die Übernahme des neuen Detektionsthresholds. Das
- 15 Hinweisfenster weist den Anwender darauf hin, dass durch Übernahme des neuen Detektionsthresholds sich die Detektionen aller anderen Bilder auch ändern. Durch Drücken des <Refresh>-Buttons 87 im Optimize-Dialog 90 wird der neue Wert auf alle anderen Bilder angewendet.

- 20 Durch Bestätigen des <Yes>-Buttons 111 wird der Detektionsthreshold der mittleren Bildanzeige übernommen und der Benutzer gelangt wieder zum vorherigen Dialog 100.

- Durch die Betätigung des Cancel – Buttons 39 Change im Dialog 100 werden alle gemachten Veränderungen verworfen und der Benutzer gelangt wieder zum vorherigen Optimization-Dialog 90 (siehe Fig. 11).

- 25 Fig. 16 ist eine Seite 120 des Lernmodus, über die der Benutzer eine automatische Generierung einer Knowledge-Base durchführt. Mit einem Start Collecting Data – Button 121 werden alle nötigen Daten aller Defekte aller selektierten Wafer aufgenommen und abgespeichert.

- 30 Der Status wird dem Benutzer in einer Statusbox 122 und einer Infobox 123 angezeigt. In der Infobox 123 erfolgt die Anzeige der noch zu „bearbeitenden“

Defekte von der Gesamtanzahl (z.B. „267 of 750“). Die Betätigung des Back – Button 30 ist nicht erlaubt, wenn die Datenaufnahme-Prozedur läuft. Die Betätigung des Next – Button 31 ist ebenfalls nicht erlaubt, wenn Datenaufnahme-Prozedur läuft. Die Betätigung des Cancel – Button 39 ist nicht erlaubt, wenn Datenaufnahme-Prozedur läuft. Wenn die Betätigung des Cancel – Button 39 erlaubt ist, dann werden alle geöffneten Dateien werden geschlossen und gelöscht.

Der Ablauf stellt sich wie folgt dar: Der Viscon - Sequenzer wird wieder gestartet und alle Defekte des Input-Files werden ausgewählt. In einem ersten Schritt werden Defekte auf dem oder den Wafer angefahren, Bilder aufgenommen, Deskriptoren generiert und in den ADC-Result-Daten an dem Defekt abgespeichert. Die Bilder des Defekts werden mit folgenden Einstellungen abgespeichert:

- "Write to Archive File" (In das Archiv – File schreiben)
- "All Images" (Alle Bilder)
- "Image Compression" (Bildkompression): Ja
- "Leica-ImageStore" (Leica-Bildspeicher): Nein

In einem zweiten Schritt pausiert der Viscon - Sequenzer auf der Basket - Ebene (vor Speicherung der Output-Datei).

In einem dritten Schritt erfolgt die Generierung der Gruppen aus der Sammlung der Deskriptoren („Pregrouping“, Vorgruppierung)

In einem vierten Schritt versucht das Pregrouping maximal nur 20 Gruppen zu erzeugen. Gruppen mit weniger als 2 Beispielen werden verworfen. Die resultierenden Gruppen werden temporär in die Knowledge-Base kopiert, wobei der Defektkode und Defektbeschreibung jeder Gruppe erstmal „durchnumeriert“ (1,2,3... bzw. EasyClass1, EasyClass2, EasyClass3,...) wird.

In einem fünften Schritt wird ein Dialog 130 zum Einteilen der Defekte "Defect Code Mapping" angezeigt (siehe Fig. 17). Der „Defect Code Mapping“ - Dialog

- 130 wird im wesentlichen mit einem ersten Fenster 131, einem zweiten Fenster 132, einem dritten Fenster 133 und einem vierten Fenster 134 dargestellt. Im ersten Fenster 131 wird für jede im vierten Schritt generierte Gruppe ein Ordner-Icon dargestellt. Im zweiten Fenster 132 werden die Bilder der ersten neun Beispiele der angewählten Gruppe in einer Thumbnail-Darstellung angezeigt. In dem dritten Fenster 133 wird die aktuelle Defektcode-Tabelle angezeigt. Durch Auswahl eines Defekt-Codes und das Drücken eines <Map>-Buttons 135 wird dieser Code der angewählten Klassen zugeordnet. Das Icon dieser Klasse verändert sich, indem es einen grünen Haken 136 bekommt und der entsprechende Defektcode-Text angezeigt wird. Dieses Einteilen "Mappen" kann auch durch einen Doppelklick in die Defektcode-Tabelle ausgeführt werden. Durch Drücken des <Delete Group>-Button 137 wird die aktuell angezeigt Gruppe als zu löschend markiert. Das entsprechende Ordner-Icon bekommt ein rotes Kreuz 138.
- Ein mit "Optimize Image Display" bezeichneter Toggle-Button 139 ermöglicht im gedruckten Zustand, dass ein Ausschnitt um die Defektmarkierung in Originalgröße der Beispielbilder dargestellt wird. Ist die Defektmarkierung in einem Beispielbild zu groß, ändert sich die Anzeige nicht. Durch erneutes Drücken des Toggle-Button 139 gelangt man zur verkleinerten Vollbildanzeige zurück. Die Betätigung eines Apply – Button 129 ist erlaubt, wenn alle Defektgruppen behandelt wurden, d.h. gemappt oder als zu löschend markiert wurden.
- In einem sechsten Schritt, wird durch Bestätigung versucht die Anzahl der einzelnen Beispiele pro gemappter Gruppe (als zu löschend markierte Gruppen werden nicht verwendet und verworfen) zu verringern. Dies ist notwendig, damit bestimmte Gruppen mit sehr vielen Defekten nicht die Knowledge-Base dominieren und Defekte vorzugsweise dieser Klasse zugeordnet werden. Das Ergebnis wird in die Knowledge-Base übernommen und der Anwender gelangt zum ADC Lernmodus. Bei der Betätigung des Cancel – Button 39 auf dem Display 11 der in Fig. 18 dargestellte Hinweis-Dialog 140. Nach Bestätigung des <Yes>-Buttons 141 wird das Einteilen „Mapping“ und der gesamte ADC Lernmodus abgebrochen.

Fig. 19 zeigt eine Darstellung eines Dialogs 150 zum Starten eines ADC-Laufs „ADC-Runs“. Mit einem Start ADC Run – Button 151 erfolgt nach dem Drücken des Buttons 151 eine Klassifizierung aller Defekte der selektierten Wafer „offline“ (d.h. ohne erneutes Anfahren). Die Klassifizierung erfolgt mit der aktuellen ADC-Knowledge Base. Der Dialog 150 umfasst eine Statusbox 152 und eine Infobox 153. Mit der Statusbox 153 erfolgt die Anzeige der noch zu klassifizierenden Defekte von deren Gesamtanzahl (z.B. „123 von 750“)

Die Betätigung des Back – Button 30 ist nicht erlaubt, wenn Offline ADC läuft. Die Betätigung des Next – Button 31 ist nicht erlaubt, wenn Offline ADC läuft. Ebenso ist die Betätigung des Cancel – Button 39 nicht erlaubt, wenn Offline ADC läuft. Wenn die Betätigung des Cancel – Button 39 erlaubt ist, werden alle geöffneten Dateien geschlossen und gelöscht. Wenn der Next – Button 31 gedrückt wurde, wird der Sequenzer wieder gestartet. Das Result- Daten-File wird geschrieben und der Sequenzer beendet sich automatisch, wobei alle noch geöffneten Dateien geschlossen werden.

Fig. 20 zeigt eine Darstellung eines Dialogs 160 für die Beendigung. Für einen Output File ist eine Infobox 161 vorgesehen. Die Infobox 161 dient zur Anzeige des gespeicherten Datenfiles. Es wird nur der Filename angezeigt.

Der Easy ADC VSL File wird ebenfalls in einer Read-Only EditBox 162 angezeigt. In der Infobox 162 erfolgt die Anzeige des generierten „ADC-Run“ Files. Es wird nur der Filename angezeigt. Der komplette Pfad wird in einem Tooltip angezeigt.

Die Zahl der gesamten Defekte „Total Defects“ werden in einer Infobox 163 angezeigt. In der Infobox 163 kann man die Gesamtanzahl aller Defekte ablesen.

Die gefundene Defekte „Defects Detected“ werden in einer Infobox 164 angezeigt. Das Wiederauffinden „Redetection“ der Defekte in Prozent wird ebenfalls in einer Infobox 166 angezeigt. Es erfolgt die Anzeige der mit ADC detektierten Defekte absolut und in Prozent. Eine LED 149 zeigt farblich an, ob der Prozentwert über einem vordefinierten Wert liegt. Liegt der Wert über dem vordefinierten Wert ist die LED 149 grün, ansonsten ist die LED 149 rot.

Die Anzahl der klassifizierten Defekte „Defects Classified“ wird in einer Read-Infobox 165 angezeigt. Der Prozentwert der klassifizierten Defekte „Classifiability“ wird ebenfalls in einer Infobox 167 dargestellt. Die Anzeige der mit ADC klassifizierten Defekte erfolgt absolut und in Prozent. Eine LED 148 zeigt farblich an, ob der Prozentwert über einem vordefinierten Wert liegt. Grün bedeutet, dass der Prozentwert über dem vordefinierten Wert liegt. Liegt der Wert darunter, ist die Anzeige rot.

Durch die Betätigung eines Report – Button 147 wird ein Report-Dialog 170 (Fig. 21) angezeigt. Dieser Report-Dialog 170 ist Benutzer abhängig. Erst ab Userlevel ‚Engineer‘ wird ein erweiterter Bericht angezeigt. Die Betätigung des Finish – Button 146 ist erlaubt wird beendet. Dieser Report-Dialog 170 ist Benutzer abhängig..

Fig. 21 zeigt den Report-Dialog 170 mit der erweiterten Anzeige der Daten in einer Infobox 171. Es werden die Daten, File Information: (P) Output Filename (+Pfad), Recipe Informationen: (P), ADC HP Recipe Filename (+Pfad), Knowledge-Base Filename (+Pfad), AutoAlignment Filename (+Pfad), Focus Typ „LASER“ oder „VIDEO“ mit GrabSetup Filenamen (+Pfad), Knowledge-Base Informationen (A) (P), verwendetes Objektiv, verwendetes Kontrastverfahren, Focus-Typ, verwendete Apertur, verwendete Lichtintensität, Statistik Information (P), Anzahl der Wafer, Gesamtanzahl der Defekte, Anzahl der klassifizierten Defekte, Anzahl der ADC Klassen, Defekte pro Klassen (in Matrix-Form), Anzahl der detektierten Defekte absolut/Prozent, Anzahl der klassifizierten Defekte absolut/Prozent, Anzahl der Klassifizierungen pro ADC-Defektklasse (P), Performance Informationen: (A) (P), Accuracy (Genauigkeit), Purity (Reinheit), Confusion Matrix (A) (P) und eine Defekt Liste (A) angezeigt. Eine sortierte Tabelle enthält die folgenden Daten pro Datensatz: die Slot-Nummer, die Event-Nummer, die manuelle Klassifikation, die ADC-Klassifikation, die ADC-Klassifikation mit Confidence-Wert und die ADC-Klassifikation mit Confidence-Wert. Dabei werden nur die ersten dreihundert Einträge ausgegeben. Es bedeutet (A), dass diese Daten nur im erweiterten Report sichtbar sind. (P) steht dafür, dass die Daten ausgedruckt werden können

Der Report-Dialog 170 ist mit einem Print – Button 171 versehen. Auf dem Display 11 wird eine Druckvorschau des ADC HP Reports angezeigt. Der Ausdruck kann über den Standarddrucker ausgedruckt werden. Der Ausdruck erfolgt im Querformat, da im Hochformat die Pfade meistens nicht komplett
5 angezeigt bzw. ausgedruckt werden.

Fig. 22 ist eine Darstellung eines gedruckten Easy ADC Reports 180. Mit einem Save As – Button 173 (siehe Fig. 21) kann bei dessen Betätigung der ADC HP Report als Text-File (Endung TXT) abgespeichert werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Einlernen einer wissensbasierten Datenbasis für die automatische Fehlerklassifikation gekennzeichnet durch die folgenden Schritte:
- 5
- Auswählen eines Review-Daten Files
 - Eingabe von Parametern und Daten durch den Benutzer auf einer Seite (50) des Lernmodus, wobei die Parameter und die Daten dem Benutzer bekannt sind,
 - 10
 - Starten einer Alignment – Prozedur und einer Prozedur zur Anpassung der Lichtintensität;
 - Automatisches Einstellen der optimalen Intensität der Beleuchtung durch Anfahren einiger Defekte und gegebenenfalls Einregeln auf die optimale Beleuchtung;
 - 15
 - Überprüfen der Detektion anhand einiger Beispiele, wobei die Optimierung der Detektionsparameter anhand von Bildern durchgeführt wird,
 - Automatisches Anfahren aller Defekte des Wafers oder der Wafer, wobei der jeweilige Defekt detektiert und dem jeweiligen Defekt ein Deskriptor zugewiesen wird, und
 - 20
 - Analyse und automatische Gruppierung der Deskriptoren der Defekte.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die
- 25
- Eingabe von Parametern und Daten, die Auswahl der auf dem Halbleitersubstrat vorhandenen Elemente, wobei die Elemente

Speicherschaltungen, logische Schaltungen, ein blanker Wafer, ohne Resist, oder mit Resist sein kann.

- 5 3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Parameter oder Daten der Schichten auf dem Wafer die Angabe einer Polymerschicht, einer Oxidschicht, eines Kontakts oder einer Metallschicht umfasst.
- 10 4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Benutzer die Beleuchtungsart, mindestens ein verwendetes Objektiv und eine Fokusart auswählt.
- 10 5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass für die Beleuchtungsart Hellfeld, UV oder DUV gewählt wird.
- 15 6. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Default Einstellung Hellfeld ist und das Objektiv eine 100-fache Vergrößerung besitzt.
- 15 7. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass ein manuelles Zweipunkt - Alignment durchgeführt wird, wobei ein erster Punkt manuell durch Verfahren eines Tisches ausgerichtet wird, dass während des Einlernens des ersten Punktes automatisch Daten für das Autoalignment - File abgespeichert, und dass jeder Alignment-Punkt mit drei verschiedenen Vergrößerungen der Objektive eingelernt wird.
- 20 8. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Einstellen der optimalen Intensität der Beleuchtung durch zufälliges Auswählen einer bestimmten Anzahl von Defekten, Anfahren der ausgewählten Defekte, Aufnehmen eines Bildes von jedem Defekt mit einem Startwert für die Helligkeit der Beleuchtung und Einstellen der Beleuchtung an Hand einer Histogrammauswertung erzielt wird.
- 25 9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass für das Einstellen der optimalen Intensität der Beleuchtung nur Defekte
- 30

herangezogen werden, die nicht größer als 25% der Videobild-Breite und -Höhe sind.

- 5
- 10.
- Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass zwanzig Defekte zum Abgleich der Intensität der Beleuchtung herangezogen werden.
- 11.
- Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass von den automatisch angefahren Defekte auf dem Wafer Bilder aufgenommen und temporär gespeichert werden, bis die Bildaufnahme aller Defekte komplettiert ist.
- 10
- 12.
- Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass nach der Aufnahme aller Bilder diese auf dem Display (11) als Thumbnails dargestellt werden.
- 15
- 13.
- Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass einige Thumbnails verworfen werden, wenn die Thumbnails einen Schwellwert für den Fokus überschreiten.
- 20
- 14.
- Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Analyse und automatische Gruppierung der Deskriptoren der Defekte die aufgenommenen Thumbnails der Defekte in Gruppen einteilt, und dass auf dem Display die ersten neun Beispiele einer angewählten Gruppe von Defekten in einer Thumbnail-Darstellung angezeigt werden.

Zusammenfassung

- Es ist ein Verfahren zur zum Einlernen einer wissensbasierten Datenbasis für die automatische Fehlerklassifikation offenbart. Den Benutzer werden eine
- 5 Reihe von Eingaben abgenommen, da das System einen automatischen Lernmodus durchführt, der eine Reduzierte Anzahl von Benutzereingaben erfordert.



Fig. 4

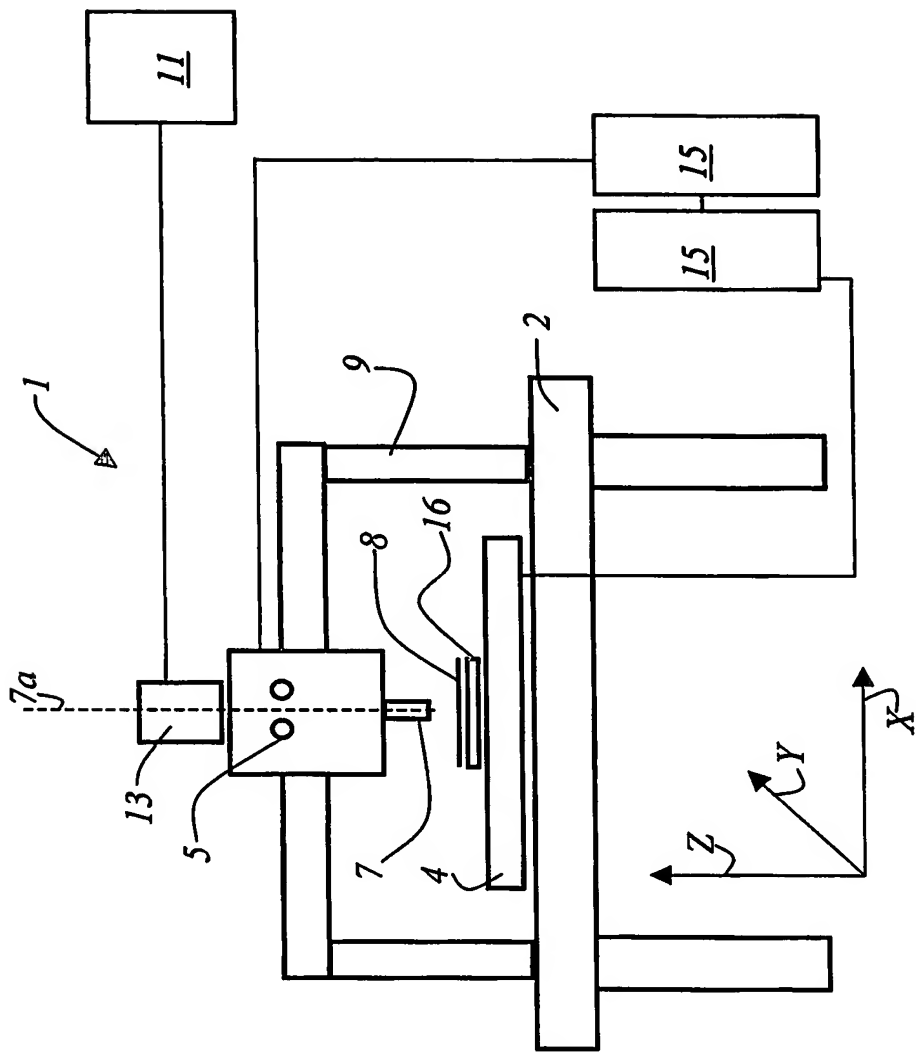


Fig. 1

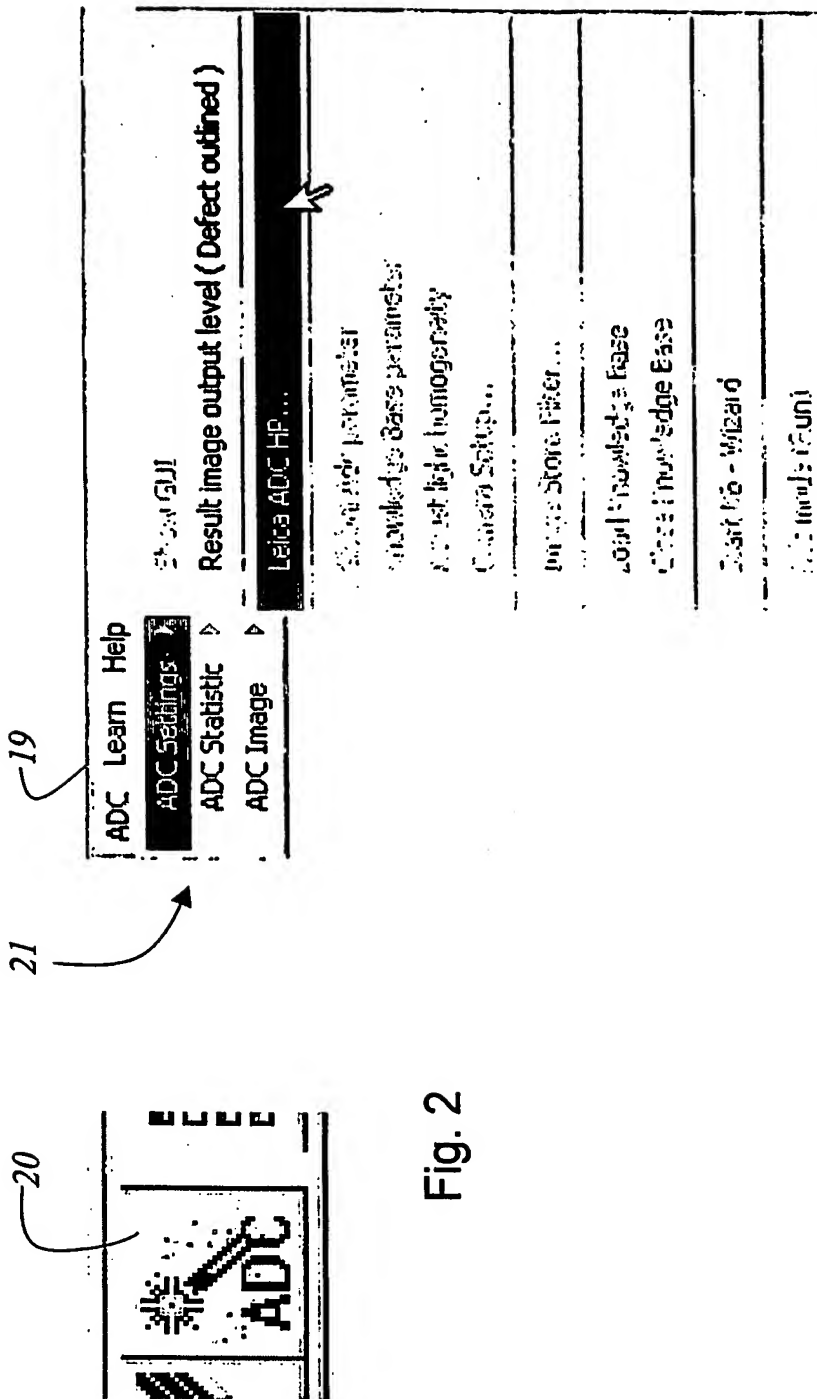


Fig. 2

Fig. 3

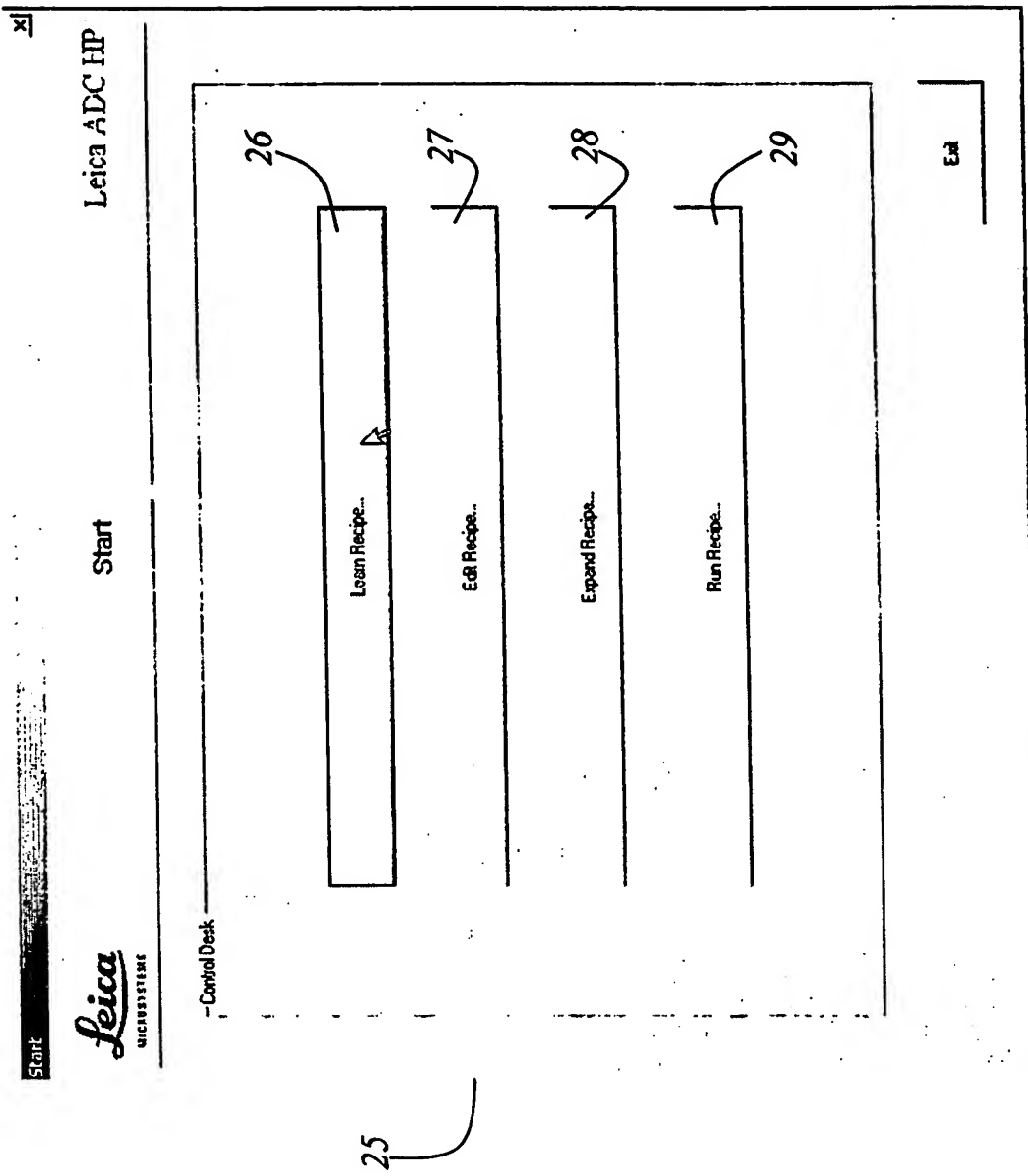


Fig. 4

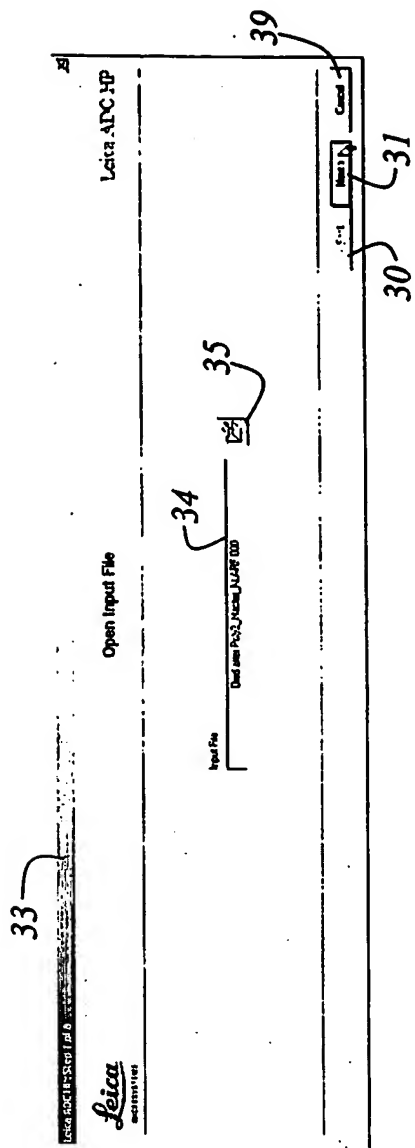


Fig. 5

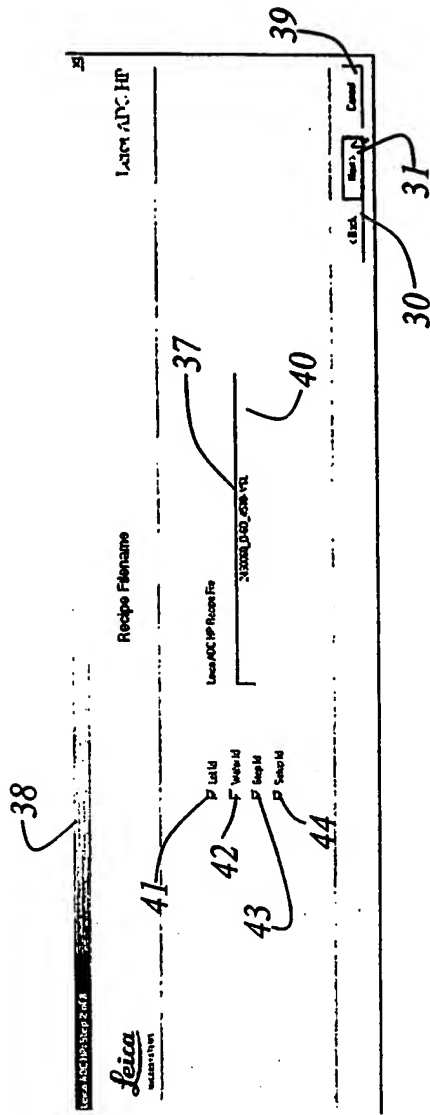
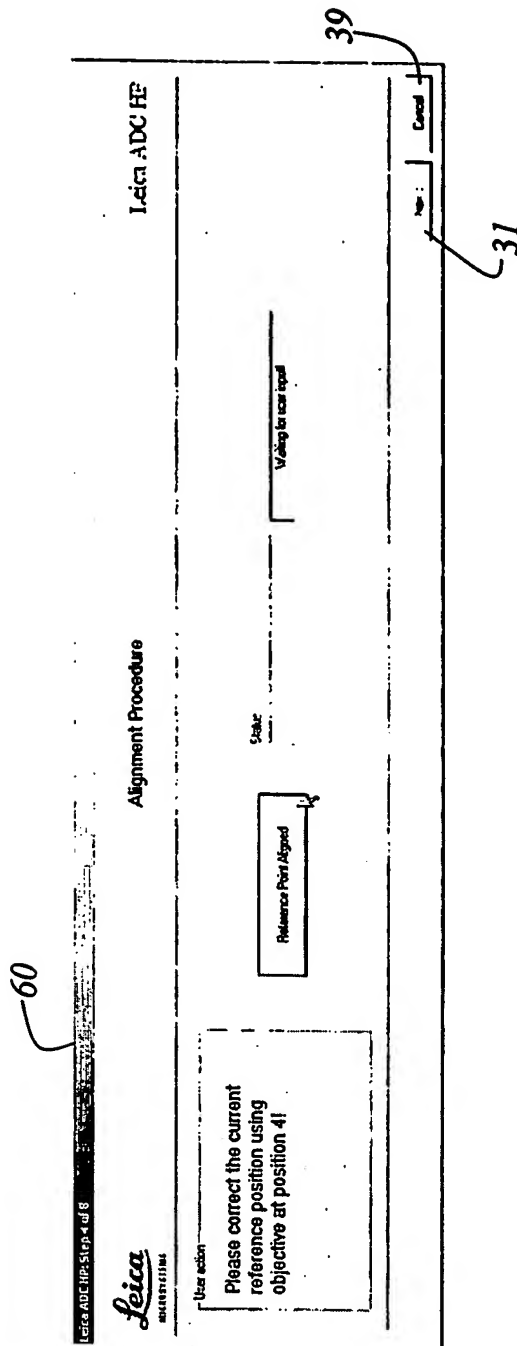
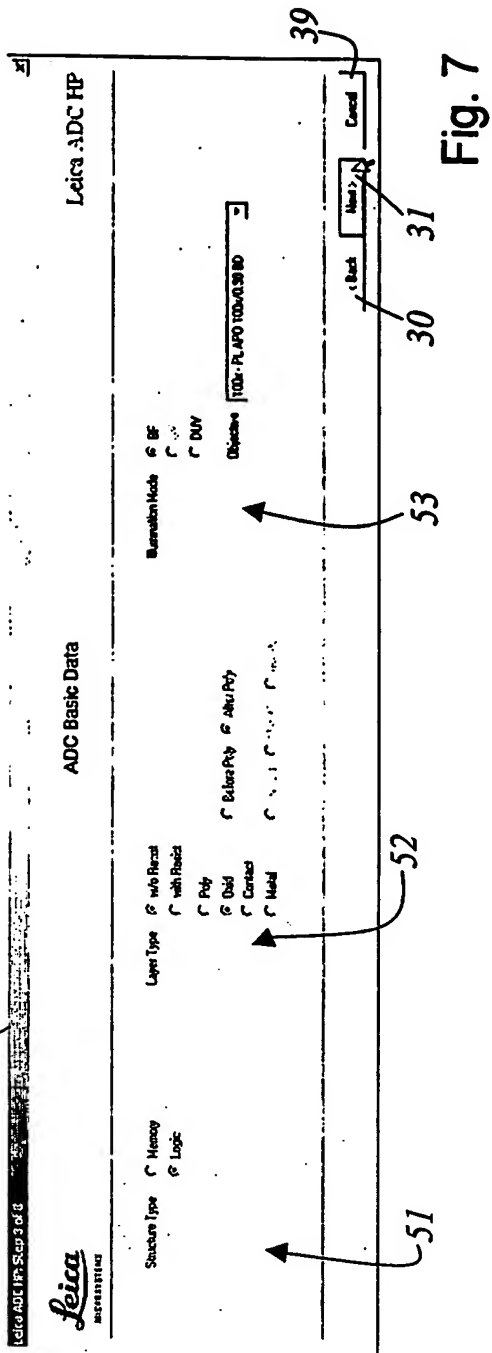
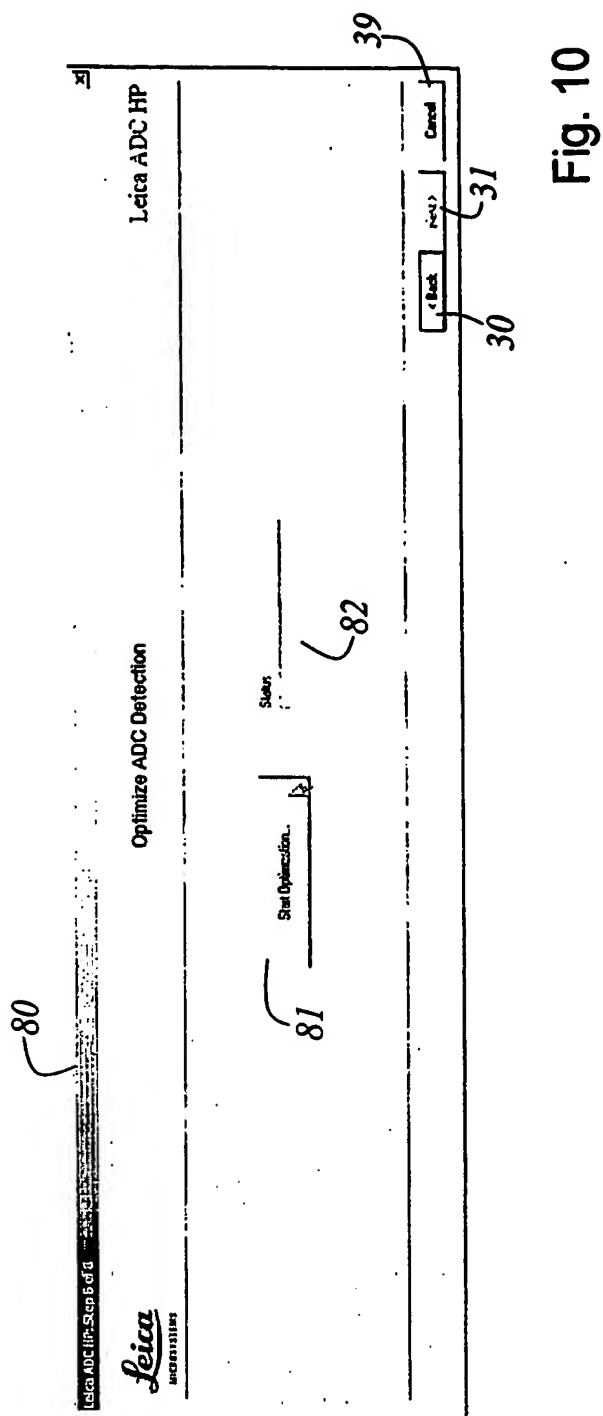
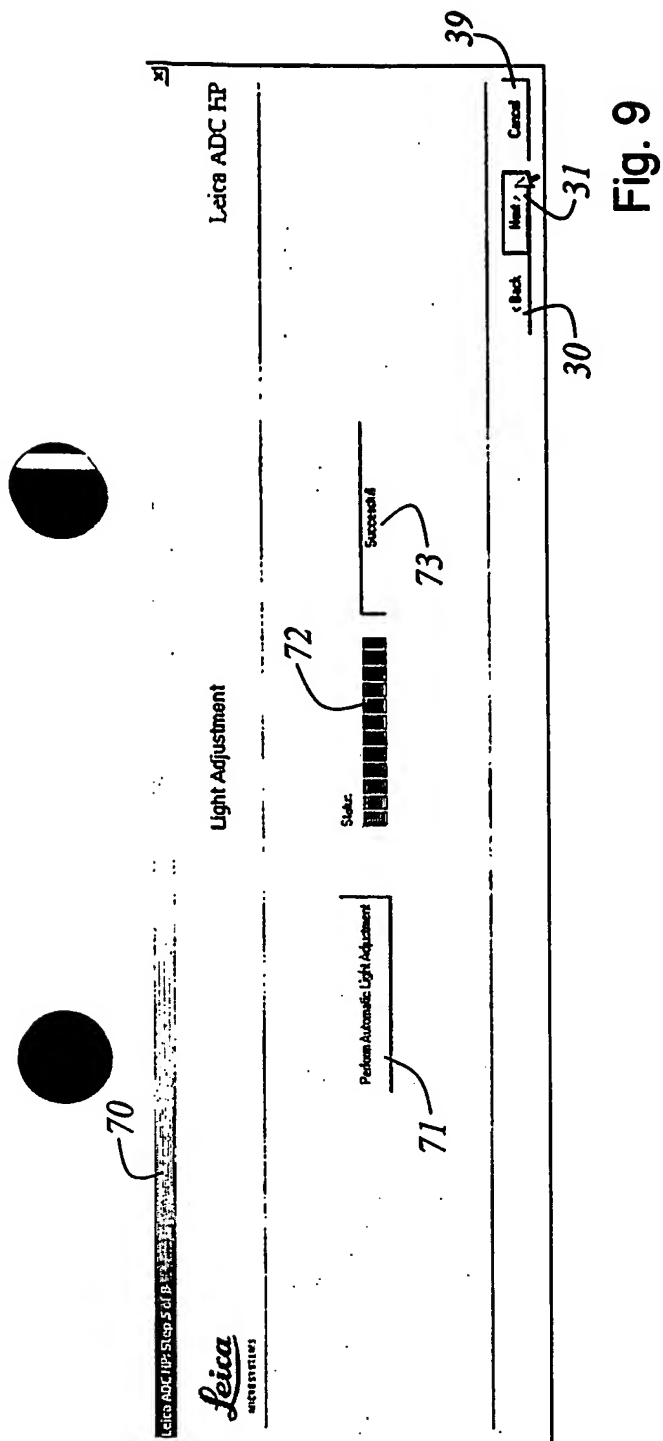


Fig. 6





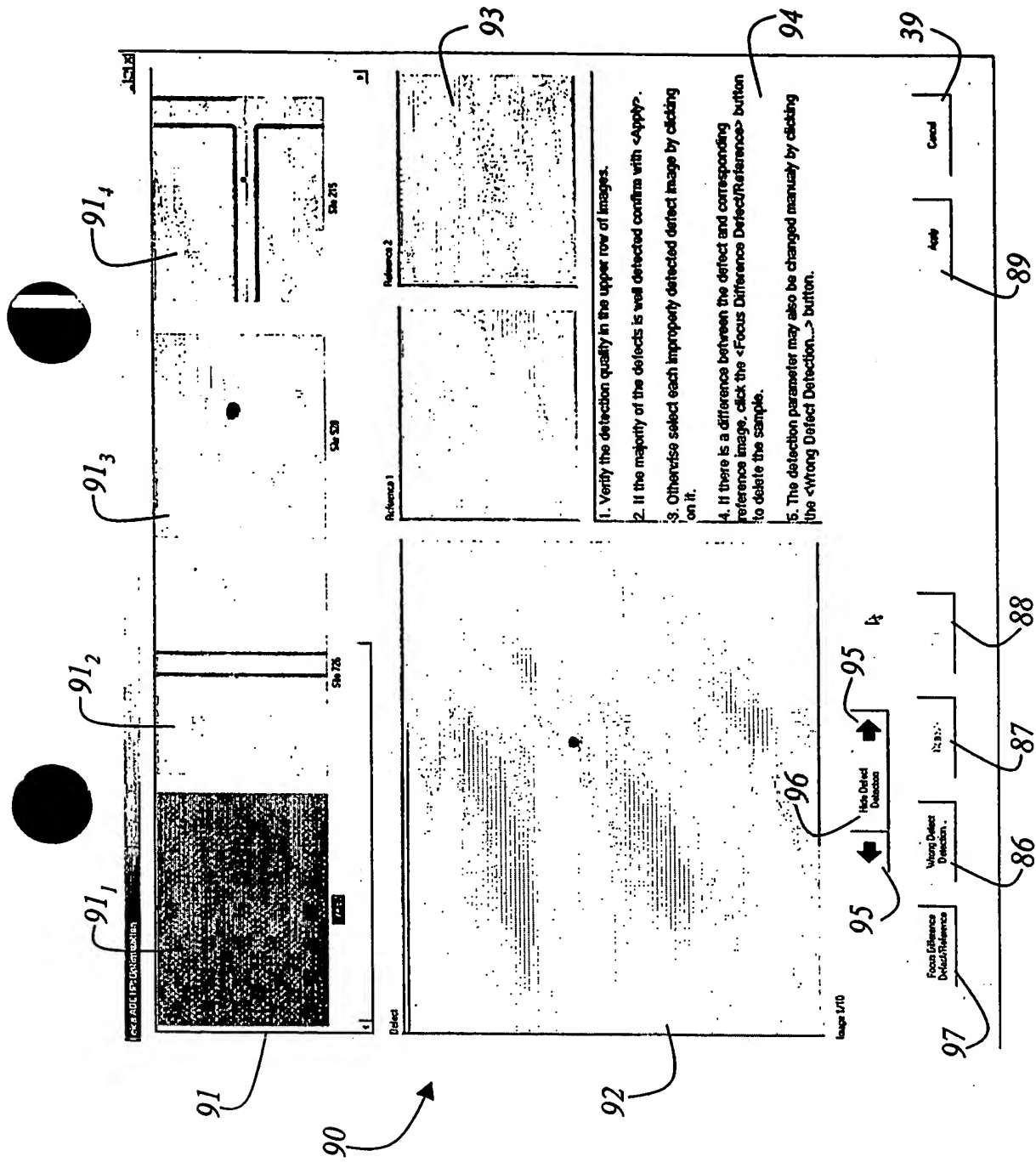


Fig. 11

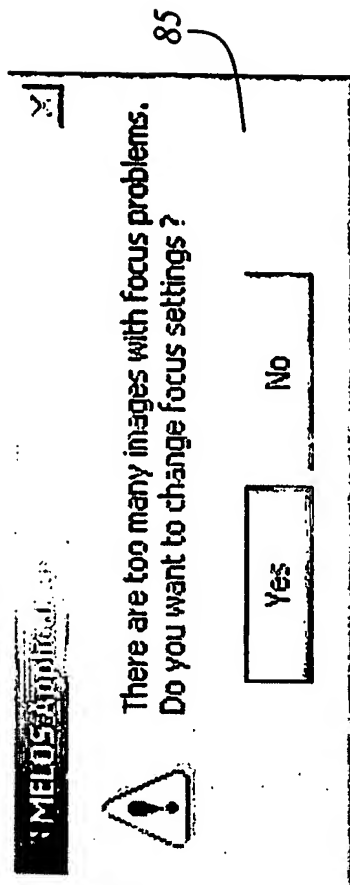


Fig. 12

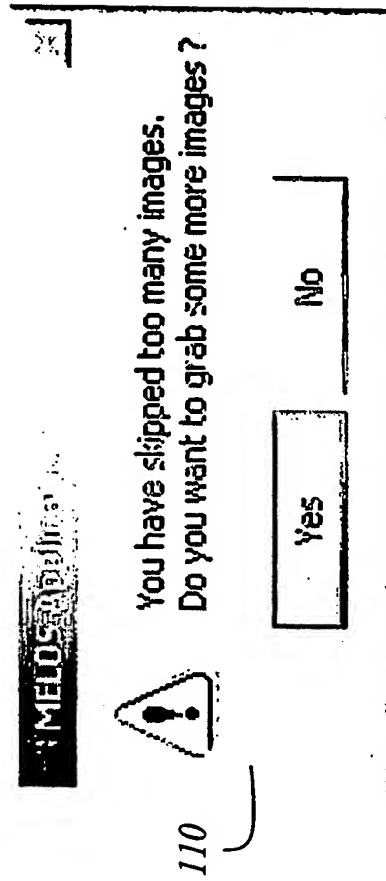


Fig. 14

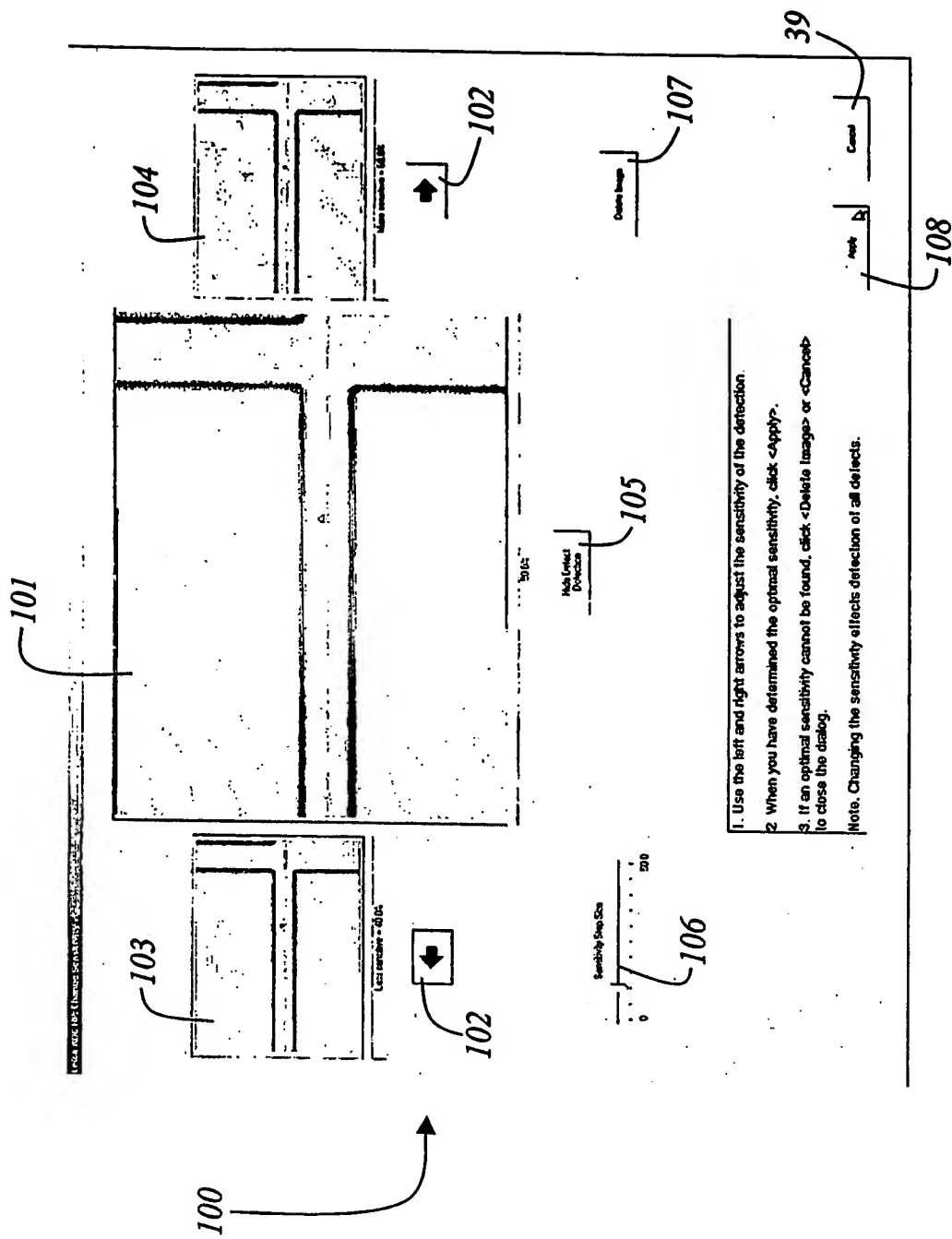


Fig. 13

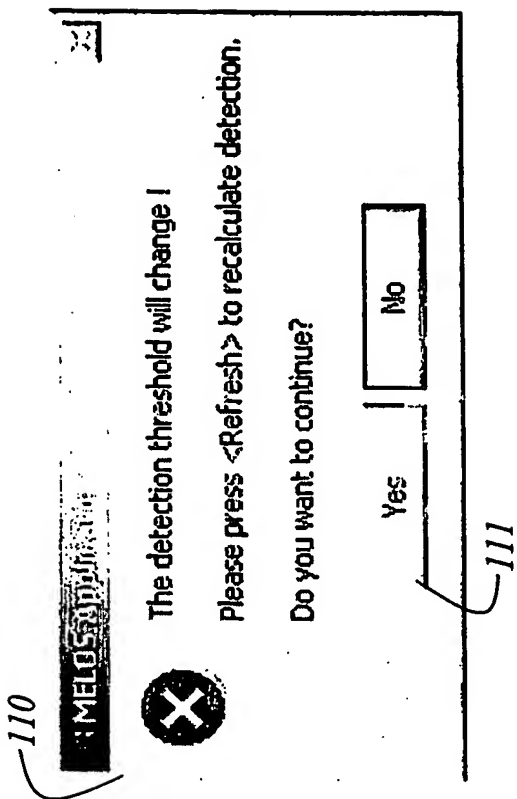


Fig. 15

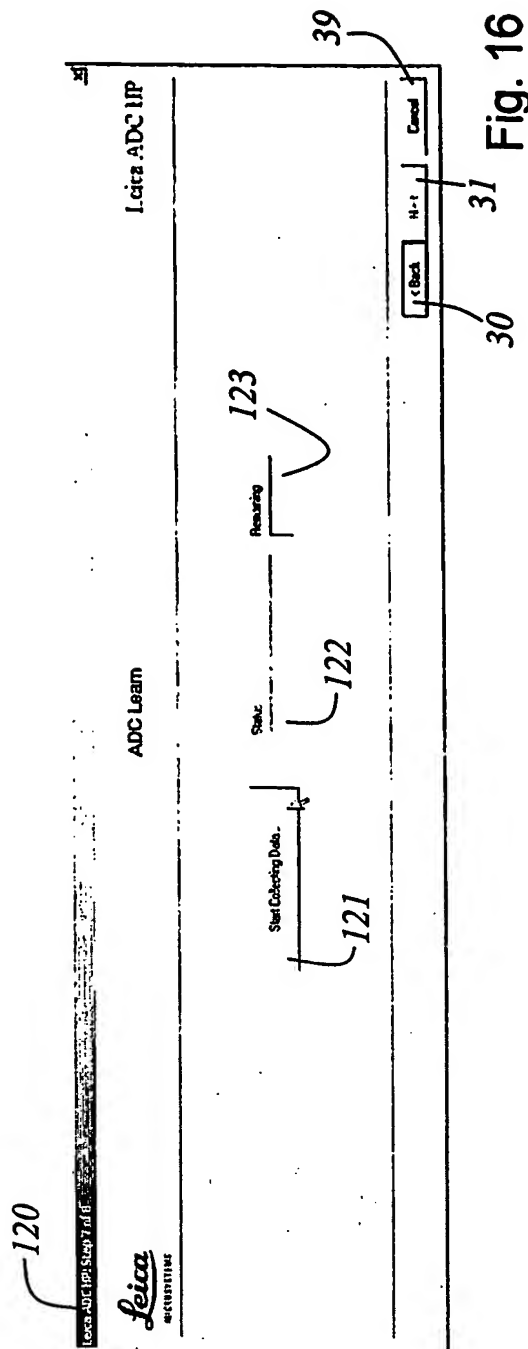


Fig. 16

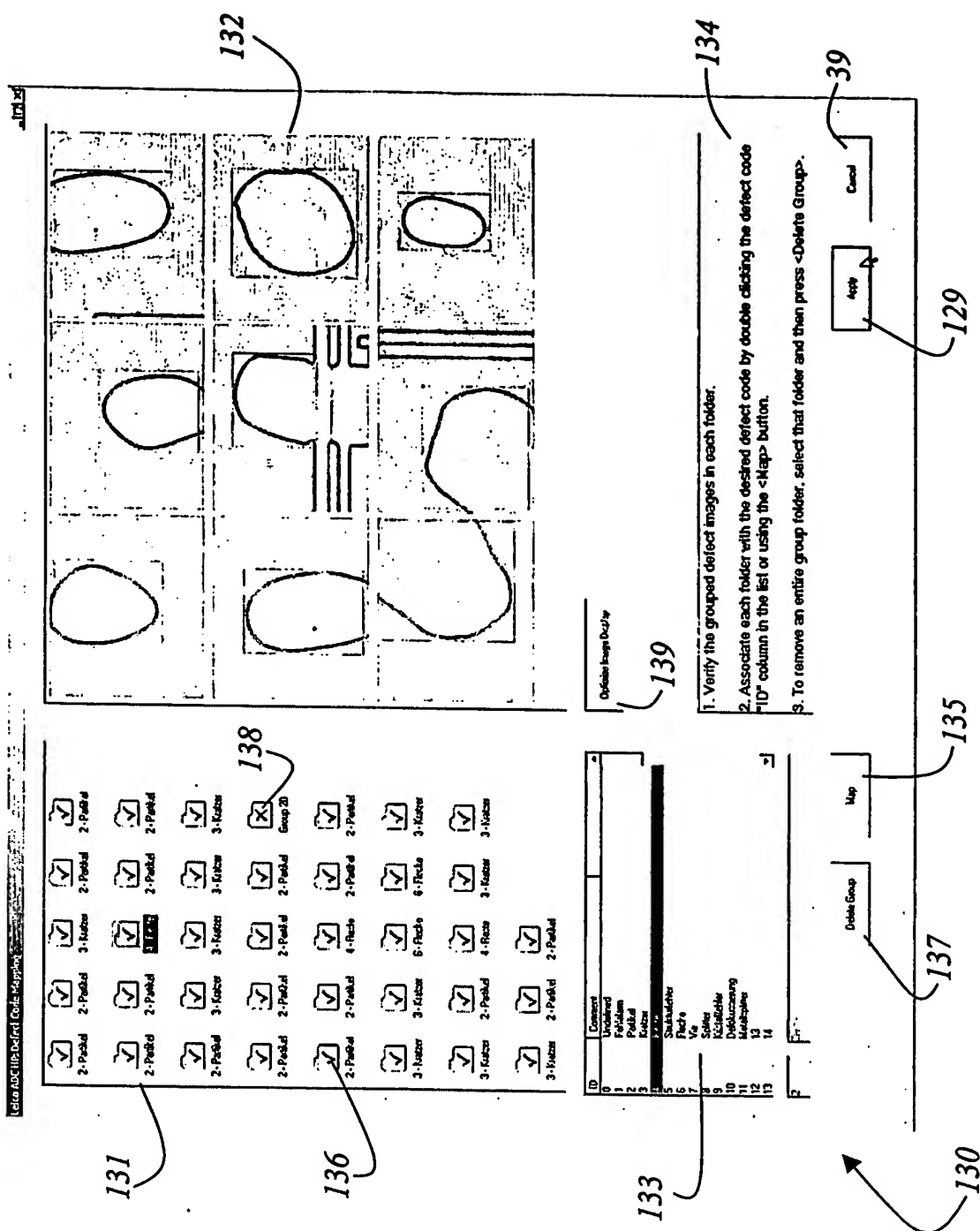


Fig. 17

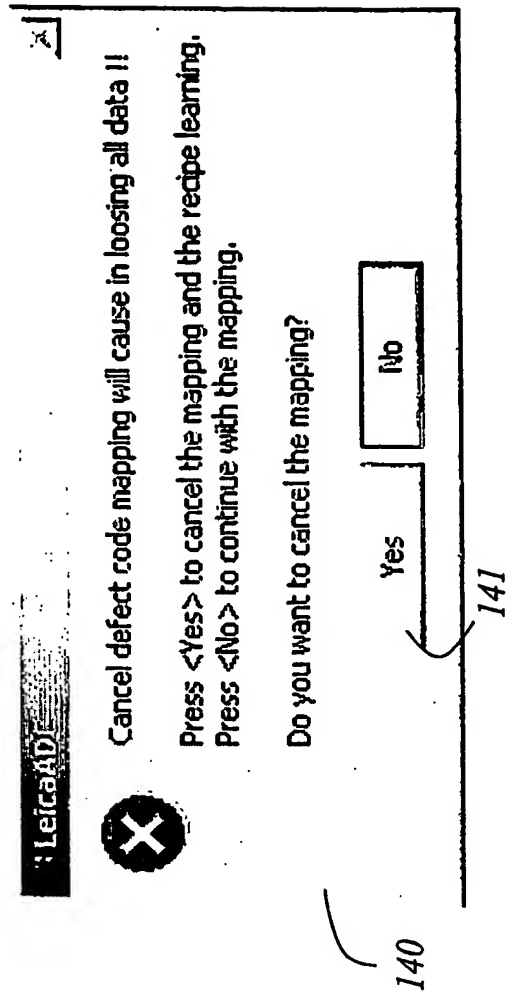


Fig. 18

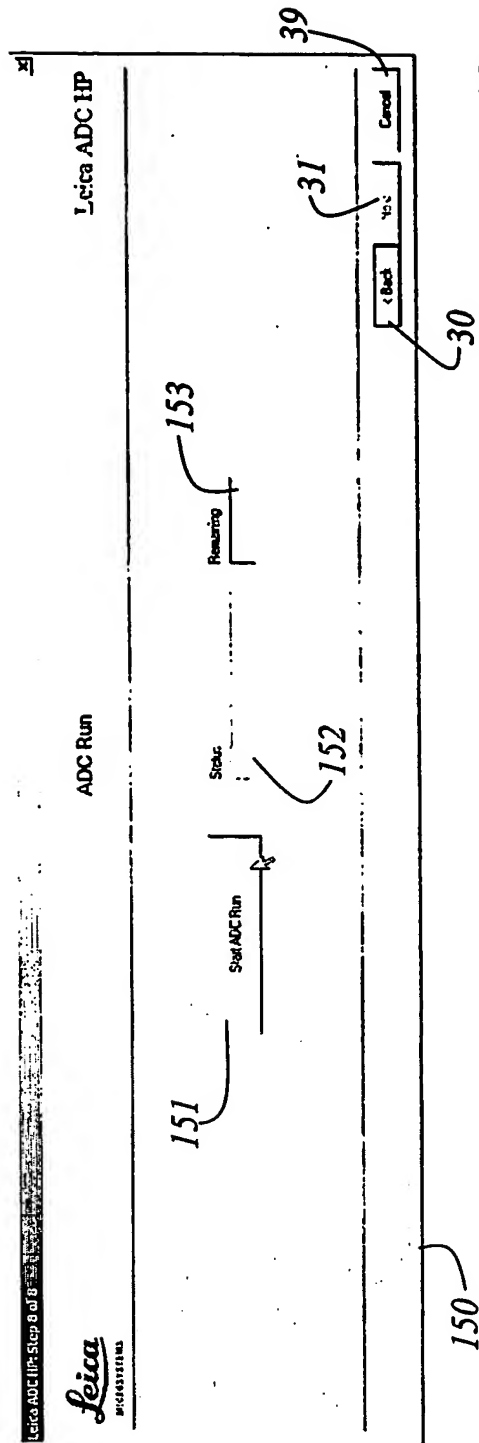


Fig. 19

Leica ADC HP

Leica

MEASURING

Finish

Leica ADC HP

Congratulations, you successfully created an Leica ADC HP file and classified all selected defects with it.

Read	161	163	149	147
Output File	One after Pop2_Master_JUL06.000	1003	1000	1000
Leica ADC HP Recipe	200000_040_4510-VSL	1003-164	1000	1000
		Defects Deleted	Defects Deleted	Defects Deleted
		93	93	93
		Defects Deleted	Defects Deleted	Defects Deleted
		165	148	147
	162			
				Finish

Fig. 20

Report

Leica

Report

Leica ADCHP

Contrast : BF

Focus : VIDEO

Aperture : 4

Intensity [%] : 0

Statistic Information:

Wafers : 1

Total Defects : 1025

Defects Detected : 1025

Redetection [%] : 100.0

Defects Classified : 963

Classifiability [%] : 94.0

Defects Per Automatic Class:

Class	Number
0	62
2	743
3	158
4	27
6	35

Performance Information:

Accuracy [%] : 14.1

Purity [%] : 14.1

Confusion Matrix:

A \ H	1	2	3	4	5	8	9	10	Puri
1	43	8	4	0	0	2	2	3	0.
2	653	28	2	11	4	0	20	25	3.
3	27	5	106	0	2	14	4	0	67.
4	3	0	0	2	22	0	0	0	7.
5	20	5	0	3	4	0	1	2	0.
Match.	0.0%	60.9%	94.6%	12.5%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	

Event List:

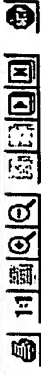
4

Print

Save As...

OK

Fig. 21



Easy ADC Report (Advanced)

Argument	Value
File Information:	
Output File:	W:\Program Files\LEICA-MELVICON\TData\Review\2a\Adalog Devices\KofFile_2a.dlog.001
Recipe Information:	
EasyADC Recipe:	W:\Program Files\LEICA-MELVICON\TRecipe\Review\LOT1839401X1-POLY1-Y027_PLY1_073102_154948.VSL
KB File Name:	W:\Program Files\LEICA-MELVICON\TRecipe\ADCU\LOT1839401X1-POLY1-Y027_PLY1_073102_154948.VB
Auto alignment:	W:\Program Files\LEICA-MELVICON\TRecipe\Adalign\ca\LOT1839401X1-POLY1-Y027_PLY1_073102_154948.AA
Focus:	VIDEO\W:\Program Files\LEICA-MELVICON\TRecipe\G1\ab9\chip\LOT1839401X1-POLY1-Y027_PLY1_073102_154948
Knowledge-Base Information:	
Objective:	100x - PL APO 100x/0.90 BD
Contrast:	BF
Focus:	VIDEO
Aperture:	3
Intensity [%]:	85
Status Information:	
Wafer:	1
Total Defects:	128
Classified Defects:	N/A
ADC Classes:	N/A
Defected Class:	N/A
Defects Detected:	N/A
Redetection [%]:	N/A

Easy ADC Report (Advanced)

Page 1

Fig. 22

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.